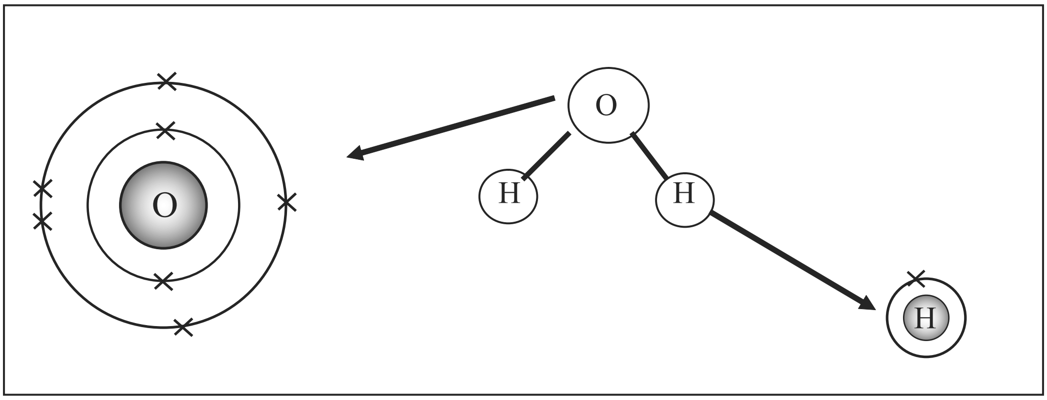
তৃতীয় অধ্যায়

পদার্থের গঠন

পৃথিবীতে যত পদার্থ আছে সবই অতি ক্ষুদ্র কণিকা দিয়ে তৈরি। এরা এতই ক্ষুদ্র যে অতি উচ্চ ক্ষমতাসম্পন্ন অণুবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারাও তা দেখা যায় না। মৌলিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণিকার নাম পরমাণু এবং যৌগিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণিকার নাম অণু। প্রতিটি পরমাণুরই নিজস্ব বৈশিষ্ট্য রয়েছে। প্রধান বৈশিষ্ট্য হলো এদের নিজ নিজ পারমাণবিক সংখ্যা। পরমাণু ও অণুর আপেক্ষিক এবং প্রকৃত ভর রয়েছে। প্রোটন, ইলেকট্রন ও নিউট্রন পরমাণুর প্রধান কণিকা। পরমাণুর কেন্দ্রে প্রোটন ও নিউট্রন নিয়ে গঠিত নিউক্লিয়াসই তার প্রায় সকল ভর বহন করে। প্রোটনের সমসংখ্যক ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের চারদিকে বিভিন্ন কক্ষপথে ঘুরে বেড়ায়। একই মৌলের আবার একাধিক ভরসংখ্যাবিশিষ্ট পরমাণু রয়েছে যাদের আইসোটোপ বলা হয়। মানবজীবনে বিভিন্ন ক্ষেত্রে এদের ব্যাবহার ব্যাপক।



এই অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা–

(১) পরমাণু সম্পর্কে ধারণার বিকাশ বর্ণনা করতে পারব।

(২) মৌলিক ও স্থায়ী কণিকাগুলোর বৈশিষ্ট্য বর্ণনা করতে পারব।

(৩) পারমাণবিক সংখ্যা, ভরসংখ্যা, আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর ব্যাখ্যা করতে পারব।

(৪) আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর থেকে আপেক্ষিক আণবিক ভর হিসাব করতে পারব।

(৫) পরমাণুর ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন হিসাব করতে পারব।

(৬) আইসোটোপের ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারব।

(৭) পরমাণুর গঠন সম্পর্কে রাদারফোর্ড ও বোর পরমাণু মডেলের বর্ণনা করতে পারব।

(৮) রাদারফোর্ড ও বোর পরমাণু মডেলের মধ্যে কোনটি বেশি গ্রহণযোগ্য তার ব্যাখ্যা দিতে পারব।

(৯) কক্ষপথে এবং কক্ষপথের বিভিন্ন উপস্তরে পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহকে বিন্যাস করতে পারব।

৩.১ মৌল

নাইট্রোজেন	ফসফরাস	কার্বন
অক্সিজেন	হিলিয়াম	ক্যালসিয়াম
আর্গন	ম্যাগনেসিয়াম	সালফার

ছক ৩.১ : বিভিন্ন মৌলের নাম

উপরে কিছু মৌলের নাম দেওয়া হলো। এদের পরমাণুর প্রতীক ও পারমাণবিক সংখ্যা লেখ

মৌলের নাম	**প্রতীক**	**পারমাণবিক সংখ্যা**

ছক ৩.২ : মৌলের নাম, প্রতীক ও পারমাণবিক সংখ্যা

নিজে কর : মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস কর।

৩.২ পরমাণুর কণিকাসমূহ

পরমাণুতে প্রোটন, ইলেকট্রন ও নিউট্রনসহ বিভিন্ন কণিকা রয়েছে। এই ৩টি পরমাণুর স্থায়ী কণিকা। স্বাভাবিক অবস্থায় পরমাণুর প্রোটন ও ইলেকট্রন সংখ্যা সমান থাকে। নিউট্রন সংখ্যা কখনো সমান আবার কখনো বেশি থাকে। ভিন্ন ভিন্ন মৌলের প্রতিটি পরমাণুই একই বৈশিষ্ট্যের অধিকারী। প্রোটন ও নিউট্রনের আপেক্ষিক ভর সমান, ইলেকট্রনের আপেক্ষিক ভর 1টি প্রোটন বা 1টি নিউট্রনের $\frac{1}{1840}$ ভাগের সমান। অর্থাৎ এত কম যে এর ভর নেই বললেই চলে। তবে প্রতিটি কণিকারই প্রকৃত ভর রয়েছে।

কণিকা	প্রতীক	আপেক্ষিক ভর	আপেক্ষিক আধান	প্রকৃত ভর	প্রকৃত আধান
প্রোটন	p	1	+1	1.67×10^{-24} g	1.60×10^{-19} কুলম্ব
নিউট্রন	n	1	0	1.675×10^{-24} g	0
ইলেকট্রন	e	$\frac{1}{1840}$	- 1	9.11×10^{-28} g	-1.60×10^{-19} কুলম্ব

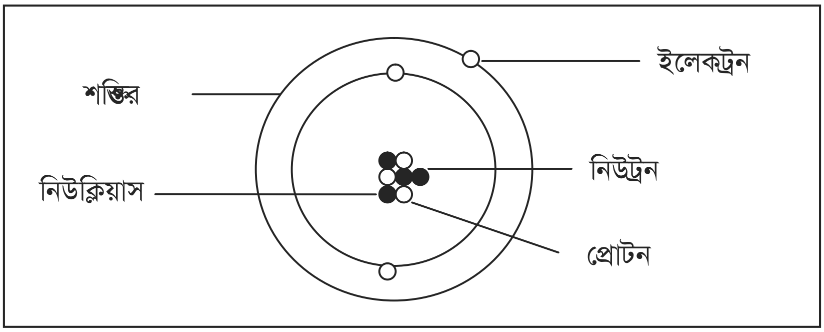
ছক ৩.৩: বিভিন্ন কণিকার ভর ও আধান

পরমাণুর কেন্দ্রে থাকে নিউক্লিয়াস। নিউক্লিয়াসে অবস্থান করে প্রোটন ও নিউট্রন। এদের সমষ্টিকে নিউক্লিয়ন সংখ্যা বলে; যাকে ভরসংখ্যাও বলা হয়।

পরমাণুর প্রোটন সংখ্যাকে বলা হয় পারমাণবিক সংখ্যা যা একটি পরমাণুর নিজস্ব সত্তা বা তার পরিচয়।

লিথিয়াম পরমাণুর ইলেকট্রন/প্রোটন সংখ্যা 3, নিউট্রন সংখ্যা 4। নিউক্লিয়াসে ধনাত্মক আধানবিশিষ্ট প্রোটন ও আধান নিরপেক্ষ নিউট্রন থাকে। নিউক্লিয়াসের বাইরে চারদিকে বিভিন্ন শক্তিস্তরে ইলেকট্রনসমূহ নিজস্ব শক্তি অনুযায়ী বিভিন্ন কক্ষপথে অবস্থান নিয়ে ঘুরতে থাকে।

নিচে লিথিয়াম (Li) পরমাণুটির গঠনচিত্র দেওয়া হলো:



চিত্র ৩.১: লিথিয়াম পরমাণুর গঠন

মৌল	প্রোটন/ইলেকট্রন সংখ্যা	নিউট্রন সংখ্যা
B	5	6
N	7	7
Mg	12	12

ছক ৩.৪: বিভিন্ন মৌলের প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যা

৩.৪ ছকের তথ্য থেকে নিউক্লিয়াসে প্রোটন ও নিউট্রন এবং বিভিন্ন স্তরে ইলেকট্রন বিন্যাস করে পরমাণুসমূহের গঠন চিত্র অঙ্কন কর (কাজটি দলগতভাবে কর)।

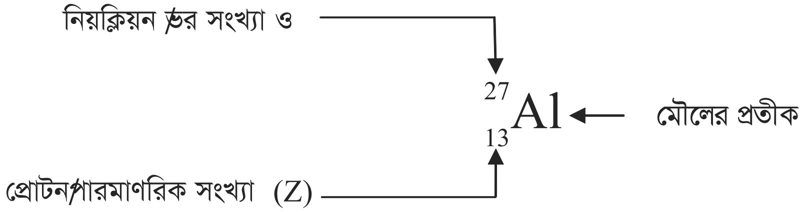
৩.৩ পরমাণু পরিচিতি

প্রোটন সংখ্যা (পারমাণবিক সংখ্যা) ও নিউক্লিয়ন সংখ্যা (ভরসংখ্যা)

সকল মৌলেরই নিজস্ব প্রোটন সংখ্যা এবং নিউক্লিয়ন সংখ্যা আছে। পারমাণবিক সংখ্যাকে Z দ্বারা ও ভরসংখ্যাকে A দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

উদাহরণ হিসেবে ধরি অ্যালুমিনিয়ামের (Al) প্রোটন সংখ্যা 13 এবং নিউক্লিয়ন সংখ্যা 27। নিউট্রন সংখ্যা হবে 27(A) -13(Z) = 14

সংক্ষিপ্তভাবে একে নিম্নরূপে প্রকাশ করা হয়–



পর্যায় সারণির প্রথম 10টি মৌলের পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা ও ভরসংখ্যা দেয়া আছে। তা থেকে ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যা নির্ণয় কর এবং এদের সংক্ষিপ্ত প্রকাশ লেখ:

মৌলের প্রতীক	পারমাণবিক সংখ্যা (Z)	ভর সংখ্যা (A)	প্রোটন সংখ্যা	ইলেকট্রন সংখ্যা	নিউট্রন সংখ্যা (A–Z)	সংক্ষিপ্ত প্রকাশ
H	1	1	1	1	1- 1=0	$^{1}_{1}H$
He	2	4	2	2	4- 2=2	$^{4}_{2}He$
Li	3	7				
Be	4	9				
B	5	11				
C	6	12				
N	7	14				
O	8	16				
F	9	19				
Ne	10	20				

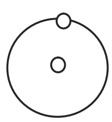
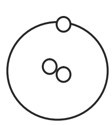
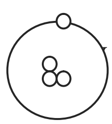
ছক ৩.৫: বিভিন্ন পরমাণুর সংক্ষিপ্ত প্রকাশ

কতটুকু বুঝলে নিজেকে পরীক্ষা কর

১. প্রোটন সংখ্যা বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা কর।
২. নিউক্লিয়ন সংখ্যা ও ভরসংখ্যা কি এক? ব্যাখ্যা কর।
৩. নিচের সংকেত থেকে পারমাণবিক সংখ্যা, প্রোটন, ইলেকট্রন ও নিউট্রন সংখ্যা নির্ণয় কর।
$^{28}_{14}Si$, $^{31}_{15}p$, $^{17}_{8}O$, $^{39}_{19}K$, $^{14}_{6}C$, $^{64}_{29}Cu$, $^{56}_{26}Fe$

৩.৪ আইসোটোপ

নিচের ছকে হাইড্রোজেনের তিন ধরনের পরমাণুর গঠন, প্রতীক, নিউট্রন সংখ্যা পর্যাপ্ততার শতকরা পরিমাণ দেওয়া হলো:

নাম	পরমাণু চিত্র	প্রতীক	নিউটন সংখ্যা	পর্যাপ্ততার শতকরা পরিমাণ
হাইড্রোজেন বা প্রোটিয়াম		$^{1}_{1}H$	0	99.98
ডিউটেরিয়াম		$^{2}_{1}H$ অথবা $^{2}_{1}D$	1	0.015
ট্রিটিয়াম	 (A)	$^{3}_{1}H$ অথবা $^{3}_{1}T$	2	তেজস্ক্রিয়তার মাধ্যমে উৎপন্ন হয় এবং প্রকৃতিতে খুব সামান্য পরিমাণ পাওয়া যায়

ছক ৩.৬ : হাইড্রোজেনের তিনটি স্থায়ী আইসোটোপ

যদিও হাইড্রোজেনের ৭টি আইসোটোপ (^1H, ^2H, ^3H, ^4H, ^5H, ^6H, ^7H) আছে এদের মধ্যে তিনটি প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। অবশিষ্ট চারটি গবেষনাগারে সংশ্লেষণ করা হয়।

চিন্তা কর :

- ছকটিকে বিশ্লেষণ করে তুমি কী বুঝলে?
- প্রতিটি পরমাণুর প্রোটন ও ইলেকট্রন সংখ্যা কত? প্রতিটি পরমাণুর ভরসংখ্যা বা নিউক্লিয়ন সংখ্যা কত?
- ভরসংখ্যা পরিবর্তনের কারণ কী?
- সবকিছু বিশ্লেষণ করে তুমি কী সিদ্ধান্ত নিতে পার?

বিভিন্ন ভরসংখ্যাবিশিষ্ট একই মৌলের পরমাণুকে পরস্পরের আইসোটোপ বলে। নিউট্রন সংখ্যার ভিন্নতার কারণে তা হয়। একই মৌলের পরমাণুর প্রোটন বা ইলেকট্রন সংখ্যা কখনো পরিবর্তন হয় না।

৩.৫ আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর

তিন ধরনের হাইড্রোজেনের আইসোটোপের শতকরা পর্যাপ্ততার পরিমাণকে গড় করলে এর ভর পাওয়া যায় 1.008। একে আমরা বলতে পারি আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর।

লক্ষ করলে দেখবে, অনেক পরমাণুর পারমাণবিক ভর পূর্ণ সংখ্যায় না থেকে দশমিক ভগ্নাংশে দেখা যায়। যেমন, ক্লোরিনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 35.5। ক্লোরিনের 2টি আইসোটোপ রয়েছে এবং পর্যাপ্ততার দিক থেকে ^{35}Cl ও ^{37}Cl-এর শতকরা পরিমাণ যথা ক্রমে 75% ও 25% ।

কীভাবে ক্লোরিনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয় করা হয় তা নিচে দেখানো হলো:

	^{35}Cl	^{37}Cl
ভরসংখ্যা	35	37
শতকরা পরিমাণ	75	25
আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর	$35\times 75 \div 100 + 37 \times 25 \div 100 = 35.5$	

ছক ৩.৭: ক্লোরিনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর

বর্তমানে সকল বিজ্ঞানী কার্বন্ন 12 আইসোটোপের ভরের অংশকে পারমাণবিক ভরের প্রমাণ হিসেবে গ্রহণ করেছেন। আধুনিক সংজ্ঞানুসারে–

$$\text{মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর} = \frac{\text{মৌলের একটি পরমাণুর ভর}}{\text{একটি কার্বন 12 আইসোপের ভরের } \frac{1}{12} \text{ অংশ}}$$

এই সংজ্ঞা থেকে ব্যাখ্যা কর, আপেক্ষিক পারমাণবিক ভরের কেন একক থাকে না? কেন একে আপেক্ষিক ভর বলা হয়?

উল্লেখ্য, পর্যায় সারণিতে পরমাণুসমূহের যে পারমাণবিক ভর দেয়া হয়েছে তা সকলই আপেক্ষিক পারমাণবিক

ভর। কোনো পরমাণুর আইসোটোপ না থাকলে সেগুলোর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর ও ভরসংখ্যা সমান হয়।

উপরের সূত্র ব্যবহার করে তোমরা পরমাণুস্থ প্রোটন ও নিউটনের আসল ভরের (গ্রাম এককে) সমষ্টিকে কার্বন–12 আইসোটোপের ভরের অংশ দিয়ে ভাগ করলেই সেই পরমাণুর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয় করতে পার। উল্লেখ্য, কার্বন্ন 12 আইসোটোপের ভরের অংশের ভর হলো 1.66×10 g .

কাজঃ Al এর প্রোটন সংখ্যা 13, এর একটি পরমাণুর ভর যদি 4.482×10^{-23} g হয় তবে এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর কত?

৩.৬ আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর থেকে আপেক্ষিক আণবিক ভর

আমরা জানি, অক্সিজেনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 16

তাহলে অক্সিজেন অণুর (O) আপেক্ষিক আণবিক ভর কত হবে?

একটি অক্সিজেন অণু অক্সিজেনের ২টি পরমাণু নিয়ে গঠিত।

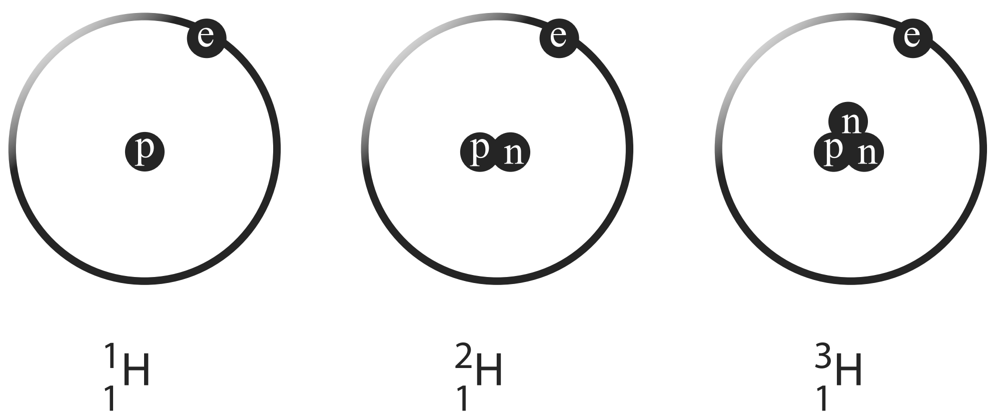
(O) এর আপেক্ষিক আণবিক ভর হবে

$16\times2 = 32$ [16 হলো অক্সিজেনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর এবং 2 হলো পরমাণুর সংখ্যা]।

একই ভাবে CO_2, N_2, HCl, H_2SO_4 ইত্যাদির আপেক্ষিক আণবিক ভর নির্ণয় কর।
এটি শ্রেণির কাজ হিসেবে নিজ নিজ খাতায় কর।

চিন্তা কর : কীভাবে সূত্রদ্বয় ব্যবহার করে একটি পরমাণুর ভর ও অণুর ভর নির্ণয় করতে পার। উভয় ক্ষেত্রে গ্রাম এককে ভর পাওয়া যাবে।

৩.৭ তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ও তাদের ব্যবহার



চিত্র ৩.২: হাইড্রোজেনের তিনটি স্থায়ী আইসোটোপ

^{13}C, ^{14}C, ^{87}Rb, ^{90}Sr, ^{115}In, ^{130}Te, ^{131}I, ^{137}Cs, ^{138}La, ^{147}Sm, ^{148}Sm, ^{176}Lu, ^{187}Re, ^{186}Os, ^{222}Rn, ^{226}Ra,

^{235}Th, ^{232}Th এবং ^{234}U থেকে ^{238}U পর্যন্ত ইত্যাদি।

আমরা পূর্বেই উপরোক্ত তিনটি আইসোটোপের কথা জেনেছি। প্রকৃতিতে পাওয়া যায় এমন ধরনের বহু আইসোটোপ আছে যেমন :

এছাড়াও বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যবহারের জন্য কৃত্রিম উপায়ে বহু আইসোটোপ তৈরি করা হয়।

প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম উপায়ে তৈরি আইসোটোপের সংখ্যা 1300 ছাড়িয়ে গেছে। এদের মধ্যে কিছু সুস্থিত এবং বেশির ভাগ অস্থিত। অস্থিত আইসোটোপগুলো বিভিন্ন ধরনের রশ্মি যেমন– (αআলফা, βবিটা, γগামা) বিকিরণ ক রে অন্য মৌলের আইসোটোপে পরিণত হয়। মৌলের পরমাণুর এই ধর্মকে তেজস্ক্রিয়তা বলে। এ ধরনের আইসোটোপগুলোকে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ বলে। প্রকৃতপক্ষে এ সকল পরমাণুর নিউক্লিয়াসে পরিবর্তন ঘটে। পরমাণু থেকে নির্গত রশ্মিসমূহ অধিক গতিসম্পন্ন। গামা (γ) রশ্মি জীবন্ত কোষের ক্ষতি সাধন করে। নিউক্লীয় বিক্রিয়ার মাধ্যমে এসব তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ তৈরি করা হয়।

তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ব্যবহার

১. চিকিৎসাক্ষেত্রে : এ ক্ষেত্রে প্রধানত দু' ধরনের ব্যবহার রয়েছে,

(ক) কোনো রোগ বা রোগাক্রান্ত স্থান নির্ণয়

(খ) রোগ নিরাময়

(i) দেহের হাড় বেড়ে যাওয়া এবং কোথায়, কেন ব্যথা হচ্ছে তা নির্ণয়ের জন্য Tc-99m বা 99mTc (Isotope of Technetium) ইঞ্জেকশন দিলে বেশ কিছু সময় পরে পর্দায় দেখা যায় হাড়ের কোথায় কী ধরনের সমস্যা আছে। ^{99m}Tc থেকে গামা রশ্মি নির্গত হয়। ভর সংখ্যার পরে 'm' দ্বারা আইসোটোপের মেটাস্ট্যাবল (metastable) অবস্থা প্রকাশ করে। ^{99m}Tc থেকে গামা রশ্মি নির্গত হওয়ার পর 99Tc ভরবিশিষ্ট আইসোটোপ উৎপন্ন হয়।

($^{99m}Tc \rightarrow {}^{99}Tc + \gamma$)

^{153}Sm অথবা ^{89}Sr ব্যবহার করে হাড়ের ব্যথার চিকিৎসা করা হয়।

(ii) টিউমারের উপস্থিতি নির্ণয় ও তা নিরাময়ে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করা হয়। নিরাময়ের জন্য ^{60}Co থেকে নির্গত গামা রশ্মি নিক্ষেপ করে ক্যান্সার কোষকলাকে ধ্বংস করা হয়।

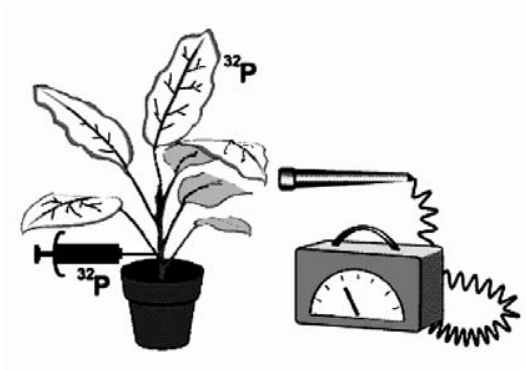
(iii) ^{131}I, থাইরয়েড গ্রন্থির কোষকলা ব ৃদ্ধি প্রতিহত করে।

(iv) রক্তের লিউকোমিয়া রোগের চিকিৎসায় ^{32}P এর ফসফেট ব্যবহৃত হয়।

(v) প্লুটোনিয়াম-২৩৮ হা র্টে পেইসমেকার বসাতে ব্যবহার করা হয়।

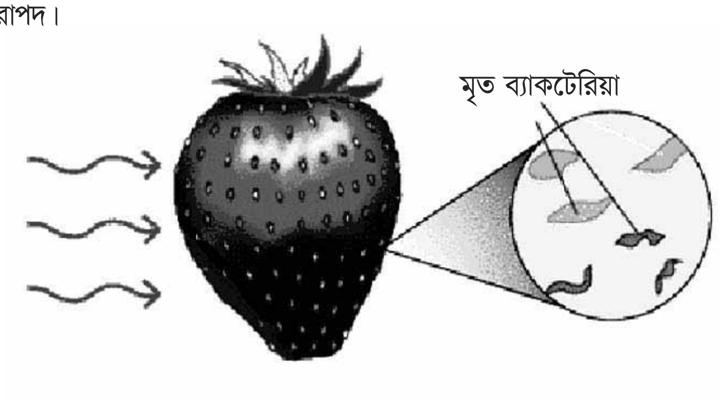
আরও বিভিন্ন ধরনের ক্যান্সার নিরাময়ে ^{131}Cs, ^{192}Ir, ^{125}I, ^{103}Pd, ^{106}Ru, ব্যবহৃত হয়।

২. কৃষিক্ষেত্রে : তেজস্ক্রিয় রশ্মি ব্যবহার করে কৃষিক্ষেত্রে নতুন নতুন উন্নত মানের বীজ উদ্ভাবন করা হচ্ছে এবং এর মাধ্যমে ফলনের মানের উন্নতি ও পরিমাণ বাড়ানো হচ্ছে। তেজস্ক্রিয় ^{32}P যুক্ত ফসফেট দ্রবণ উদ্ভিদের মূলধারায় সূচিত করা হয়। গাইগার কাউন্টার ব্যবহার করে পুরো উদ্ভিদে এর চলাচল চিহ্নিত করে বিজ্ঞানীরা কী কৌশলে (mechanism) ফসফরাস ব্যবহার করে উদ্ভিদ বেড়ে উঠে তা জানতে পারেন।



চিত্র ৩.৩ : উদ্ভিদে ^{32}P ব্যবহার

৩. খাদ্য সংরক্ষণে : সকল প্রকার শাকসবজি, ফল সঠিক সংর ক্ষণের অভাবে বা রান্নাপ্রক্রিয়া সঠিক না হলে বিভিন্ন ধরনের ক্ষতিকর ব্যাকটেরিয়ার জন্ম হয় যা আমাদের শরীরের জন্য ক্ষতিকর। ক্ষেত্রবিশেষে মৃত্যুর কারণ পর্যন্ত হতে পারে। সাধারণত ^{60}Co থেকে যে গামা রশ্মি নির্গত হয় তা এসব ক্ষতিকর ব্যাকটেরিয়াকে মেরে ফেলে। পোলট্রি ফার্মেও এ রশ্মি ব্যবহার করা হয় যখন কোনো ব্যাকটেরিয়াজনিত রোগের উদ্ভব ঘটে। একটি নির্দিষ্ট মাত্রার তেজস্ক্রিয় রশ্মি প্রয়োগ করে খাদ্য সংরক্ষণ করা হয়। অতিরিক্ত তেজস্ক্রিয় রশ্মি ব্যবহার করা স্বাস্থ্যের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর। খাদ্যদ্রব্যে তেজস্ক্রিয় রশ্মি অবশ্যই পরিমিত মাত্রায় সংরক্ষিত স্থানে প্রয়োগ করতে হবে। এ তেজস্ক্রিয় (গামা রশ্মি) সূর্যের আলোর ন্যায় নিরাপদ।



চিত্র ৩.৪: তেজস্ক্রিয় রশ্মি ব্যবহার করে খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণ

৪. বিদ্যুৎ উৎপাদনে: আইসোটোপসমূহ ক্ষয়ের সময় বা নিউক্লিয় বিক্রিয়ার সময় প্রচুর পরিমাণে তাপ উৎপন্ন করে। এই তাপশক্তিকে বিভিন্ন ডিভাইস ব্যবহার করে বিদ্যুৎশক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়। পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে পারমাণবিক চুল্লি থেকে প্রচুর পরিমাণে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয় নিউক্লিয় বিক্রিয়ার মাধ্যমে।

এছাড়াও কীটপতঙ্গ নিয়ন্ত্রণে, শিল্পক্ষেত্রে, ধাতব পাতের পুরুত্ব পরিমাপে, বন্ধপাত্রে তরলের উচ্চতা পরিমাপে, পাইপ লাইনে ছিদ্র অন্বেষণে, C 14 দ্বারা ফসিল মমিসহ পৃথিবীর যাবতীয় বস্তু, এমনকি পৃথিবীর বয়স নির্ধারণ করা যায়।

তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহারের ক্ষতিকর প্রভাব :

তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে বিভিন্ন ধরনের রশ্মি নির্গত হয়। এই পদার্থসমূহের কোনোটির সময়কাল (life time) কম, কোনোটির বেশি। তেজস্ক্রিয়তা ক্যান্সার হওয়ার বিশেষ একটি কারণ। সঠিক মাত্রায় ব্যবহার না করলে তা কল্যাণকর না হয়ে অকল্যাণের কারণ হয়ে দাঁড়ায়।

কেমোথেরাপিতে তেজস্ক্রিয় পদার্থ ব্যবহার হয়। কেমোথেরাপির ফলে মাথার চুল পড়ে যায়, বমি বমি ভাব হয়। অনেক সময় আমাদের জন্য প্রয়োজনীয় ব্যাকটেরিয়াকে মেরে ফেলে।

নিউক্লিয় বিক্রিয়া হতে প্রাপ্ত নিউক্লিয় শক্তি যেমন বিদ্যুৎ উৎপাদনে ব্যবহৃত হয় তেমনি ধ্বংসাত্মক কাজেও ব্যবহার হয়। হিরোসিমা ও নাগাসাকিতে নিক্ষিপ্ত এটম বোমাসহ সব ধরনের পারমাণবিক বোমার শক্তির উৎস নিউক্লিয় বিক্রিয়া।

৩.৮ পরমাণুর মডেল

৩.৮ (ক) রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল: সৌর মডেল

1911 খ্রিস্টাব্দে আলফা কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষার সিদ্ধান্তের উপর ভিত্তি করে রাদারফোর্ড পরমাণুর গঠন সম্পর্কে একটি মডেল প্রদান করেন। তা নিম্নরূপ:

(১) পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে একটি ধনাত্মক চার্জবিশিষ্ট ভারী বস্তু বিদ্যমান। এই ভারী বস্তুকে পরমাণুর কেন্দ্র বা নিউক্লিয়াস বলা হয়। পরমাণুর মোট আয়তনের তুলনায় নিউক্লিয়াসের আয়তন অতি নগণ্য। নিউক্লিয়াসে পরমাণুর সমস্ত ধনাত্মক চার্জ ও প্রায় সমস্ত ভর কেন্দ্রীভূত।

(২) পরমাণু বিদ্যুৎনিরপেক্ষ। অতএব নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক চার্জযুক্ত প্রোটন সংখ্যারসমান সংখ্যক ঋণাত্মক চার্জযুক্ত ইলেকট্রন পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে পরিবেষ্টিত করে রাখে।

(৩) সৌরজগতের সূর্যের চারদিকে ঘূর্ণায়মান গ্রহসমূহের মতো পরমাণুর ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের চারদিকে অবিরাম ঘুরছে। ধনাত্মক চার্জবিশিষ্ট নিউক্লিয়াস ও ঋণাত্মক চার্জবিশিষ্ট ইলেকট্রনসমূহের পারস্পরিক স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণজনিত কেন্দ্রমুখী বল এবং ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের কেন্দ্রবহির্মুখী বল পরস্পর সমান।



চিত্র ৩.৫: রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল

> **দলগতভাবে কাজ কর :** রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের প্রতিটি প্রস্তাবনা ভালোভাবে বিশ্লেষণ কর এবং এর মধ্যে কী কী সীমাবদ্ধতা পেলে তা লিখ।

দলগতভাবে পাওয়া সীমাবদ্ধতাগুলোর সাথে নিচের সীমাবদ্ধতাগুলো মিলিয়ে দেখ:

সীমাবদ্ধতাসমূহ হলো :

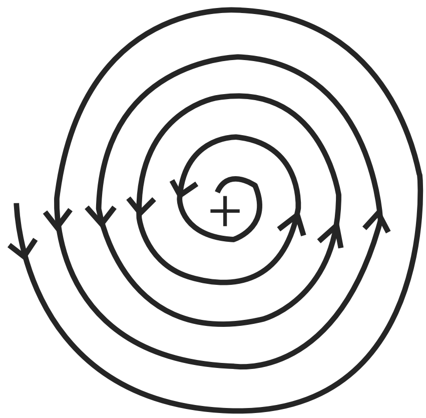
১. সৌরমন্ডলের গ্রহসমূহ সামগ্রিকভাবে চার্জবিহীন অথচ ইলেকট্রনসমূহ ঋণাত্মক চার্জযুক্ত।

২. ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্বানুসারে কোনো চার্জযুক্ত বস্তু বা কণা কোনো বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকলে তা ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ করবে এবং তার আবর্তনচক্রও ধীরে ধীরে কমতে থাকবে। সুতরাং ইলেকট্রনসমূহ ক্রমশ শক্তি হারাতে হারাতে নিউক্লিয়াসে প্রবেশ করবে। অর্থাৎ রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে পরমাণু সম্পূর্ণভাবে একটি অস্থায়ী অবস্থা প্রাপ্ত হবে। অথচ পরমাণু হতে ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ বা ইলেকট্রনের নিউক্লিয়াসে প্রবেশ কখনই ঘটে না।

৩. পরমাণুর বর্ণালি গঠনের কোনো সুষ্ঠু ব্যাখ্যা এ মডেল দিতে পারে না।

৪. আবর্তনশীল ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার ও আকৃতি সম্বন্ধে কোনো ধারণা রাদারফোর্ডের মডেলে দেয়া হয়নি।

৫. একাধিক ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসকে কীভাবে পরিভ্রমণ করে তার কোনো উল্লেখ এ মডেলে নেই।



চিত্র ৩.৬: আবর্তনশীল ইলেকট্রন এর সম্ভাব্য ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ ও নিউক্লিয়াসে পতন

৩.৮ (খ) বোর পরমাণু মডেল

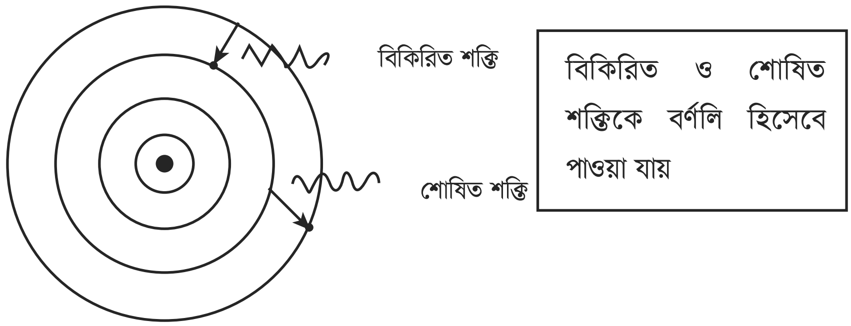
পরমাণুর গঠন এবং একই সাথে পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যার জন্য নীলস বোর (Neils Bohr)

১৯১৩ সালে তাঁর বিখ্যাত পরমাণু মডেল প্রকাশ করেন। এ মডেলের স্বীকার্যসমূহ হলো:

১. পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে বৃত্তাকার পথে ইলেকট্রনসমূহ ঘুরতে থাকে।

২. নিউক্লিয়াসের চারদিকে বৃত্তাকার কতগুলো স্থির কক্ষপথ আছে যাতে অবস্থান নিয়ে ইলেকট্রনসমূহ ঘুরতে থাকে। এগুলোকে শক্তিস্তর বা অরবিট বলা হয়। শক্তিস্তরসমূহকে কল্পিত সংখ্যা n এর মান অনুসারে K, L, M, N দ্বারা প্রকাশ করা হয়। প্রথম শক্তিস্তরকে $n = 1$, (K শক্তিস্তর) ২য় শক্তিস্তরকে $n = 2$ (L শক্তিস্তর) এভাবে n এর মান 3, 4, 5 ইত্যাদি পূর্ণসংখ্যা মানে বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং শক্তিস্তরসমূহকে যথাক্রমে M, N, O দ্বারা প্রকাশ করা হয়। একটি নির্দিষ্ট শক্তিস্তরে অবস্থানকালে ইলেকট্রনসমূহ শক্তি শোষণ অথবা বিকিরণ করে না।

৩. যখন কোনো ইলেকট্রন একটি নিম্নতর কক্ষপথ বা শক্তিস্তর যেমন $n = 1$ থেকে উচ্চতর কক্ষপথ $n = 2$ তে স্থানান্তরিত হয় তখন নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি শোষণ করে। আবার যখন কোনো উচ্চতর শক্তিস্তর যেমন $n = 2$ থেকে নিম্নতর কক্ষপথ $n = 1$ এ স্থানান্তরিত হয় তখন শক্তি বিকিরণ করে।



চিত্র ৩.৭: বোরের পরমাণু মডেল ও রেখা–বর্ণালির উৎস

বোর পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা:

বোর পরমাণু মডেলের যেমন অনেক সফলতা রয়েছে তেমনি এর কিছু সীমাবদ্ধতাও আছে। যেমন,

১. বোর পরমাণু মডেল হাইড্রোজেন ও হাইড্রোজেন সদৃশ এক ইলেকট্রনবিশিষ্ট আয়ন যেমন আয়নসমূহের বর্ণালি ব্যাখ্যা করতে পারলেও একাধিক ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণুসমূহের বর্ণালি ব্যাখ্যা করতে পারে না।

২. এক শক্তিস্তর হতে অপর শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের স্থানান্তর ঘটলে, বোর পরমাণু মডেল অনুসারে বর্ণালিতে একটি করে রেখা সৃষ্টি হওয়ার কথা। কিন্তু হাইড্রোজেন ও অন্যান্য পরমাণুসমূহের আয়নের রেখা–বর্ণালি অধিকতর সূক্ষ্ম যন্ত্র দ্বারা পরীক্ষণ করলে দেখা যায়, প্রতিটি রেখা কয়েকটি সূক্ষ্ম রেখায় বিভক্ত থাকে।

৩.৯ শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যাস

বোরের পরমাণু মডেল থেকে আমরা জেনেছি যে পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহ তাদের নিজ নিজ শক্তি অনুযায়ী বিভিন্ন শক্তিস্তরে অবস্থান করে। নিউক্লিয়াসের সবচেয়ে কাছের শক্তিস্তরকে ১ম অর্থাৎ $n = 1$ বা K শেল, ২য় শক্তিস্তরকে $n = 2$ বা L শেল $n = 3$ বা M শেল ইত্যাদি নামে আখ্যায়িত করা হয়। এভাবে পর্যায়ক্রমে Q পর্যন্ত প্রধান শক্তিস্তর রয়েছে।

প্রতিটি প্রধান শক্তিস্তরের সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা $2n^2$ যেখানে $n = 1, 2, 3, 4$ .... ইত্যাদি। $2n^2$ সূত্রানুসারে –

K শেলের ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা $2 \times 1^2 = 2$ টি

L শেলের ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা $2 \times 2^2 = 4$ টি

M শেলের ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা $2 \times 3^2 = 18$ টি

N শেলের ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা $2 \times 4^2 = 32$ টি ইত্যাদি।

1 থেকে 18 পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌলসমূহ অর্থাৎ হাইড্রোজেন থেকে আর্গন পর্যন্ত এই নিয়ম মেনে চলে। এই মৌলসমূহের ইলেকট্রনকে বিভিন্ন শক্তিস্তরে উপরের ধারণক্ষমতা অনুসারে সাজানো যায়। নিম্ন শক্তিস্তর ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ হলে পরবর্তী শক্তিস্তরে ইলেকট্রন প্রবেশ করে।

বিভিন্ন পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌলের বিভিন্ন শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের বণ্টন:

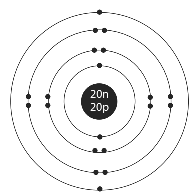
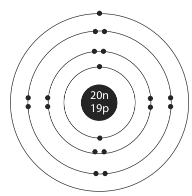
পারমাণবিক সংখ্যা	মৌল	K	L	M
1	H	1		
2	He	2		
6	C	2	4	
9	F	2	7	
15	P	2	8	5
18	Ar	2	8	8

নিজে কর : 1 থেকে 18 পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌলসমূহের চিত্রসহ ইলেকট্রন বিন্যাস কর (ছকেরগুলো বাদ দিয়ে)।

ছক ৩.৮: বিভিন্ন মৌলের কক্ষপথে বা শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যাস

পারমাণবিক সংখ্যা 19 অথবা তার অধিক পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাসের সময় তৃতীয় শক্তিস্তর পূর্ণ না হয়ে চতুর্থ শক্তিস্তরে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যাসের ধারণা দিয়ে এর ব্যাখ্যা দেওয়া সম্ভব নয়। প্রতিটি শক্তিস্তরে কতগুলো উপস্তর থাকে। উপস্তরে ইলেকট্রন বিন্যাসের মাধ্যমে এর ব্যাখ্যা দেয়া যায়।

পটাসিয়ামের (ক) পারমাণবিক সংখ্যা 19 ক্যালসিয়ামের (Ca) 20। এদের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

পারমাণবিক সংখ্যা	মৌল	অরবিট বা প্রধান শক্তিস্তর				বিন্যাসের চিত্র
		K	L	M	N	
19	K	2	8	8	1	
20	Ca	2	8	8	2	

ছক ৩.৯: পরমাণুর শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যাস

সূত্রানুযায়ী $2n^2$ পটাসিয়ামের M শেলে 9 টি এবং ক্যালসিয়ামের 10টি ইলেকট্রন থাকার কথা ছিল। কেন থাকল না? এর উত্তরে আমরা বলতে পারি, প্রতিটি প্রধান শক্তিস্তর (cb) আবার এক বা একাধিক উপশক্তিস্তর (cbl) নিয়ে গঠিত। চতুর্থ শক্তিস্তরের কোনো একটি উপস্তরের শক্তি তৃতীয় শক্তিস্তরের একটি উপস্তরের তুলনায় কম। এ উপস্তরগুলোকে s, p, d, f ইত্যাদি নামে আখ্যায়িত করা হয়। s উপস্তরের সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা 2, p উপস্তরের 6, d উপস্তরের 10, f উপস্তরের 14. ইলেকট্রনসমূহের সাধারণ ধর্ম হচ্ছে এরা প্রথমে নিম্ন শক্তিসম্পন্ন উপস্তর (cbl) পূর্ণ করে এবং ক্রমান্বয়ে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন উপস্তরে গমন করে।

K বা ১ম শেলের উপস্তর সংখ্যা 1টি যাকে 1s বলা হয়

1 দিয়ে ১ম প্রধান শক্তিস্তরকে বোঝান হয়।

L বা ২য় শেলের উপস্তর সংখ্যা 2টি: 2s, 2p

M বা ৩য় শেলের উপস্তর সংখ্যা 3টি: 3s, 3p, 3d

N বা ৪র্থ শেলের উপস্তর সংখ্যা 4টি: 4s, 4p, 4d, 4f

পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাসের সময় ইলেকট্রনসমূহ বিভিন্ন অরবিটালে (উপশক্তিস্তরে) তাদের শক্তির নিম্নক্রম থেকে উচ্চক্রম অনুসারে প্রবেশ করে। স্থিতিশীলতা অর্জনের জন্য প্রথমে নিম্নশক্তির অরবিটালে ইলেকট্রন গমন করে এবং অরবিটাল পূর্ণ করে; এর পর ক্রমান্বয়ে উচ্চশক্তির অরবিটাল ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ হয়। অরবিটালসমূহের শক্তিক্রম নিম্নরূপ :

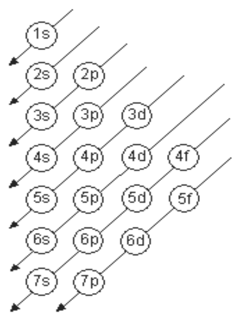
1s, 2s, 2p, 3s,3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p I 8s

এই নীতি অনুসরণ করে আমরা K (19) এবং Sc (21) এর ইলেকট্রন বিন্যাস দেখাতে পারি

$K(19) \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^0\ 4s^1$

$Sc(21) \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^1\ 4s^2$

যেহেতু 4s অরবিটালের শক্তি 3d অরবিটালের শক্তির চেয়ে কম, তাই পটাসিয়ামের সর্বশেষ ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে না প্রবেশ করে 4s অরবিটালে স্থান নিয়েছে। আবার স্ক্যান্ডিয়ামের বেলায় 4s অরবিটাল পূর্ণ করে পরবর্তী উচ্চ শক্তিসম্পন্ন 3d অরবিটালে সর্বশেষ বা ২১তম ইলেকট্রনটি প্রবেশ করেছে। উপস্তরসমূহের শক্তির ক্রম মনে রাখার জন্য নিচের ছকটির সাহায্য নিতে পার।



নিজে কর : উপরের ছকের সাহায্য নিয়ে নিম্নোক্ত মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস কর–
$_{20}Ca\ _{23}V\ _{26}Fe\ _{30}Zn\ _{33}Ar\ _{36}Kr\ _{38}Sr\ _{35}Br$

চিত্র ৩.৮: অরবিটালসমূহের শক্তির ক্রম মনে রাখার ছক

বিশেষ করে মনে রাখবে যখন ইলেকট্রন বিন্যাস লিখবে তখন প্রধান শক্তিস্তরের সকল উপস্তরকে পাশাপাশি লিখবে

	K	L	M	N	
যেমন: Sc (21) ⟶	$1s^2$	$2s^2 2p^6$	$3s^2 3p^6 3d^1$	$4s^2$	লিখবে।

Sc (21) ⟶ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$ এভাবে নয়।

তা না হলে ইলেকট্রন বিন্যাসের চিত্র আঁকার সময় ভুল হওয়ার সম্ভাবনা থেকে যাবে।

ইলেকট্রন বিন্যাসের সাধারণ নিয়মের কিছু ব্যতিক্রম: সাধারণভাবে দেখা যায় যে, সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালসমূহ অর্ধপূর্ণ বা সম্পূর্ণরূপে পূর্ণ হলে সে ইলেকট্রন বিন্যাস অধিকতর সুস্থিতি অর্জন করে। অর্থাৎ np^3, nd^5, nd^{10}, nf^7, এবং nf^{14} সবচেয়ে সুস্থিত হয়। এর ফলেই $d^{10}s^1$ এবং d^5s^1 ইলেকট্রন বিন্যাসবিশিষ্ট মৌল অধিকতর স্থায়ী হয়।

এই নিয়ম অনুসরণ করে ক্রোমিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস:
$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$

> [**নিজে কর :** কপার (29) বা $_{29}Cu$ -এর ইলেকট্রন বিন্যাস]

অনুশীলনী

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

১. নিচের কোন আইসোটোপটি চিকিৎসা ও কৃষি উভয় ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়?

ক. ^{131}I খ. ^{125}I

গ. ^{32}P ঘ. ^{153}Sm

২. Z একটি মৌল যার প্রোটন সংখ্যা 111 এবং নিউট্রন সংখ্যা 14 । কোনটি দ্বারা পরমাণুটিকে প্রকাশ করা যায়?

ক. $^{111}_{14}Z$ খ. $^{14}_{111}Z$

গ. $^{252}_{111}Z$ ঘ. $^{14}_{30}Z$

৩. 'X' মৌলটির আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর কত?

আইসোটোপ	পর্যাপ্ততার শতকরা পরিমাণ
^{16}**X**	25
^{154}**X**	75

[এখানে **X** প্রতীকী অর্থে; প্রচলিত কোনো মৌলের প্রতীক নয়]

ক. 18 খ. 150

গ. 152 ঘ. 153

৪. $^{56}_{26}Y$

উদ্দীপক মৌলটির

i. একাধিক যোজনী বিদ্যমান
ii. প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যা ভিন্ন
iii. ইলেকট্রন বিন্যাস স্বাভাবিক নিয়মের

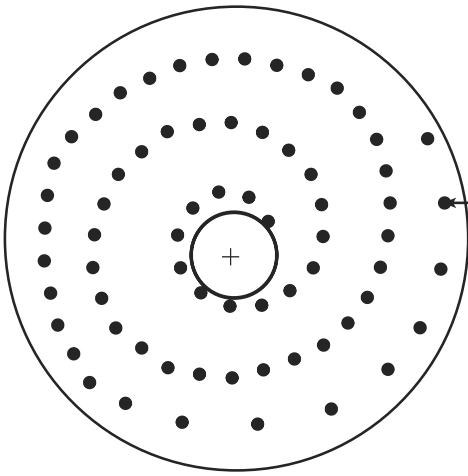
নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii খ. ii ও iii

গ. i ও iii ঘ. i, ii ও iii

সৃজনশীল প্রশ্ন:

১. একটি মৌলের পরমাণুর মডেল আঁকার জন্য বলা হলে নবম শ্রেণির ছাত্র ফরিদ নিচের চিত্রটি অঙ্কন করল।



ক. পারমাণবিক সংখ্যা কাকে বলে?

খ. ${}^{64}_{29}X$ এবং ${}^{64}_{30}Y$ পরমাণু দুইটির নিউক্লিয়ন সংখ্যা সমান কিন্তু নিউট্রন সংখ্যা ভিন্ন– ব্যাখ্যা কর।

গ. ফরিদের আঁকা মডেলটি যে পরমাণু মডেলকে নির্দেশ করে তা ব্যাখ্যা কর।

ঘ. অঙ্কিত মডেল অনুসারে পরমাণুর স্থায়িত্ব সম্পর্কে যৌক্তিক মতামত দাও।

২.

${}_{4}W$	${}_{12}X$	${}_{20}Y$	${}_{29}Z$

[এখানে **W, X, Y** এবং **Z** প্রতীকী অর্থে; প্রচলিত কোনো মৌলের প্রতীক নয়]

ক. ভরসংখ্যা কী?

খ. ${}_{3}Li$ ও ${}_{11}Na$ -এর যোজনী একই কেন ব্যাখ্যা কর।

গ. কোন কোন মৌলের সর্বশেষ স্তরে সমানসংখ্যক ইলেকট্রন বিদ্যমান।

ঘ. উপরের একটি মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস স্বাভাবিক নিয়মে করা যায় না- যুক্তিসহ উপস্থাপন কর।